Los Significados de Evolución

Stephen C. Meyer y Michael Newton Keas



"La evolución y las teorías de la evolución son cosas fundamentalmente diferentes," testificó el zoólogo Maynard M. Metcalf, el primer testigo experto de la defensa en el juicio de Scopes de 1925. La observación de Metcalf en el "juicio del siglo" marcó oficialmente el inicio de la discusión pública sobre los diferentes significados de *evolución* para los propósitos de la educación científica. "El hecho de la evolución es una cosa que es perfecta y absolutamente clara," explicaba Metcalf, "pero hay muchos puntos –puntos teóricos sobre los métodos por los cuales la evolución ha salido a flote- para los cuales no poseemos aún conocimiento científico para tener una respuesta."[1]

La afirmación de Metcalf sugirió, como muchos biólogos modernos lo han notado, que el término *evolución* puede significar cosas distintas. Su comentario también sugirió que no todas las acepciones de evolución tienen el mismo significado epistemológico. Podemos afirmar confiadamente que la evolución "ha ocurrido", explicó Metcalf, pero podemos tener más incertidumbre sobre cómo ocurrió.

Metcalf hizo esta distinción para mostrar a la corte que la crítica a la evolución en un sentido no necesariamente contaba como crítica a la evolución en otros sentidos. El asumir lo contrario sería cometer una equivocación. El temía que la confusión entre el hecho de la evolución y la teoría de la evolución justificara el excluir toda la enseñanza sobre la evolución simplemente porque algunos aspectos de teoría de la evolución no tenían el mismo grado de confirmación que otros.[2]

Por supuesto, los profesores de ciencia también deben evitar la equivocación, aún sólo porque no deseen confundir a sus estudiantes. Aún para profesores de biología, esto puede ser difícil –dados los muchos significados separados que el término *evolución* ha llegado a poseer. Como ha mostrado el biólogo Keith Stewart Thomson, el término *evolución* puede tener más de sólo dos significados.[3]

Un uso equivocado del término propone una dificultad práctica para los profesores de ciencia. Los buenos profesores de ciencia deben definir los términos cuidadosamente y usarlos consistentemente para evitar el mezclar ideas diferentes. Los buenos profesores de biología deben separar las distintas ideas asociadas con la evolución para ayudar a los estudiantes a evaluar cada idea de forma separada y distinguir la evidencia y observaciones, por una parte, de las inferencias y teorías, por la otra.

Thomson identificó por lo menos tres significados distintos asociados con la evolución en la biología contemporánea: el cambio con respecto al tiempo, ascendencia común, y los mecanismos naturales que producen cambio en los organismos.[4] Este ensayo refinará más profundamente estas distinciones y presentará seis significados distintos. Al hacer eso, queremos ayudar a los educadores de la ciencia a distinguir sentidos bien establecidos de aquellos menos bien establecidos sobre el término *evolución*. También

queremos ayudar a los profesores a evitar falsas controversias sobre sentidos del término que disfrutan de amplia confirmación y apoyo científico y ayudarlos a explicar las controversias verdaderas que permanecen sobre proposiciones más teóricamente discutibles.

Las siguientes definiciones desarrollan y distinguen aquellos significados múltiples, los cuales proponemos como guías para una instrucción clara sobre biología.

I. Los principales Significados de Evolución en los Libros de Texto de Biología

1. Cambio con respecto al tiempo; historia de la naturaleza; cualquier secuencia de eventos en la naturaleza.
2. Cambio en las frecuencias de alelos en el banco genético de una población.
3. Descendencia común limitada: la idea de que grupos particulares de organismos han descendido de un ancestro común.
4. Los mecanismos responsables del cambio requerido para producir descendencia limitada con modificación, selección natural actuando principalmente sobre variaciones o mutaciones aleatorias.
5. Descendencia universal común: la idea de que todos los organismos han descendido de un ancestro común único.
6. La tesis del "relojero ciego": la idea de que todos los organismos han descendido de ancestros comunes solamente por medio de procesos materiales no guiados, desprovistos de inteligencia, sin propósito, como selección natural actuando sobre variaciones o mutaciones aleatorias; que los mecanismos de la selección natural, mutación y variación aleatoria, y quizás otros mecanismos similarmente naturalistas, son completamente suficientes para explicar la apariencia de diseño en los organismos vivos.

Observemos estas seis definiciones de evolución.

1. *Evolución como cambio con respecto al tiempo*. La naturaleza tiene una historia; no es estática. Las ciencias naturales tratan con la evolución en su primera acepción –cambio con respecto al tiempo en el mundo natural- cuando buscan el reconstruir series de eventos pasados para contar el relato de la historia de la naturaleza.[5] Los astrónomos estudian los ciclos de vida de las estrellas; los geólogos ponderan los cambios en la superficie de la tierra; los paleontólogos notan cambios en los tipos de vida que han existido a través del tiempo, como se representan en el registro de roca sedimentara (sucesión fósil); los biólogos denotan la sucesión ecológica dentro de los registros de la historia humana, los cuales pueden, por ejemplo, haber transformado una isla estéril en una madura y boscosa comunidad isleña. Aunque el último ejemplo no tiene mucho que ver con la teoría evolucionista neo-darwiniana, aún cabe dentro del primer sentido general de evolución como progresión histórica natural o secuencia de eventos.
2. *Evolución como Cambio en la Frecuencia de Genes*: Los genetistas de poblaciones estudian los cambios en las frecuencias de alelos en bancos genéticos. Este sentido muy particular de la evolución, aunque no tiene importancia teórica, está cercanamente relacionado con una gran colección de observaciones precisas. Los estudios de

melanismo de las polillas moteada, aunque actualmente en disputa, están dentro de los más celebrados ejemplos de estudios de su tipo en microevolución.[6] Para el genetista, el cambio en la frecuencia de los genes es "evolución en acción."

3. *La evolución como Descendencia Común Limitada.* Virtualmente todos los científicos (incluso muchos creacionistas) estarían de acuerdo en que la docena de Darwin o los más conocidos como las especies de pinzones de las Islas Galápagos probablemente descienden de una única especie sudamericana de pinzón. Aunque tal "evolución" no ocurrió durante la breve escala de tiempo de la vida de los científicos a partir de Darwin (como en el caso de la polilla moteada), el patrón de distribución biogeográfica de estas aves sugiere fuertemente para la mayoría de los científicos que todas estas aves comparten un ancestro común. La evolución definida como "descendencia común limitada" designa la científicamente no controvertida idea de que muchas variedades distintas de organismos similares dentro de las diferentes especies, géneros o incluso familias están relacionadas por ascendencia común. Note que es posible para algunos científicos aceptar la evolución cuando se define en este sentido sin necesariamente aceptar la evolución como una descendencia universal común –esto es, la idea de que todos los organismos están relacionados por una ascendencia común.
4. *La evolución como un Mecanismo que Produce Cambio Limitado o Descendencia con Modificación.* El término *evolución* también se refiere al mecanismo que produce el cambio morfológico implicado por la descendencia común limitada o descendencia con modificaciones a través de generaciones sucesivas. La evolución en este sentido se refiere principalmente al mecanismo de selección natural actuando en variaciones genéticas o mutaciones aleatorias. Este sentido del término se refiere a la idea de que el mecanismo de variación/selección puede generar por lo menos un cambio biológico o morfológico limitado dentro de una población. Casi todos los biólogos aceptan la eficacia de la selección natural (y fenómenos asociados, como el efecto fundador y la deriva genética) como mecanismo de especiación. Aún así, muchos científicos ahora cuestionan si tales mecanismos pueden producir la cantidad de cambio requerida para explicar a los órganos completamente nuevos o planes corporales que emergen del registro fósil. Por esto, casi todos los biólogos aceptarían que el mecanismo de variación/selección puede explicar variaciones relativamente pequeñas dentro de grupos de organismos (significado de *evolución* #4), incluso aunque algunos de esos biólogos cuestionen la *suficiencia* del mecanismo (significado de *evolución* #6) como una explicación del origen de las grandes innovaciones morfológicas en la historia de la vida.
5. *La evolución como una Descendencia Universal Común.* Muchos biólogos usan comúnmente el término *evolución* para referirse a la idea de que todos los organismos están relacionados por una ascendencia común a partir de un único organismo viviente. Darwin representó la teoría de la descendencia universal común o descendencia universal "con modificación" con un "árbol de ramificaciones", el cual mostraba que todas las formas presentes de vida habían emergido gradualmente con el paso del tiempo de uno o muy pocos ancestros comunes. La teoría de Darwin sobre la historia biológica es generalmente referida conocida como una visión monofilética porque muestra a todos los organismos como relacionados ultimadamente a una sola familia.

En el *Origen de las Especies*, Charles Darwin argumentó para su teoría de descendencia universal común en las bases de que era la mejor explicación para una número de evidencias biológicas, incluyendo la sucesión fósil, la distribución biogeográfica de especies (como los pinzones de las Galápagos), la existencia de órganos aparentemente sub-óptimos o inútiles, y la existencia de estructuras homólogas y similaridades embriológicas en organismos que de otra forma serían disimilares.

La presumible fuerza de la argumentación de la descendencia universal común ha conducido a muchos científicos a tratar a esta teoría como si fuera un hecho. Maynard M. Metcalf y más recientemente Stephen Jay Gould y Michael Ruse han estado entre los abogados prominentes de la idea de que la evolución definida como "ascendencia universal común" califica como hecho. Cada uno de estos abogados articuló esta visión al servir como testigo experto en un juicio creación-evolución. Aún así, como uno de nosotros (Meyer) ha argumentado en respuesta a Michael Ruse, la descendencia común universal no es, hablando estrictamente, un hecho.[7] Como Meyer notó:

> Hablando estrictamente, la descendencia común es una inferencia abductiva o histórica, como el Profesor Ruse mismo reconoce cuando habla más exactamente de "inferir filogenias históricas." Como fue definido por C.S. Pierce, las inferencias abductivas intentan establecer causas pasadas al observar efectos presentes. (Como tal, es más preciso referirse a la descendencia común como una teoría acerca de hechos, es decir, una teoría sobre lo que de hecho sucedió en el pasado.) Desafortunadamente, tales teorías, y las inferencias utilizadas para construirlas, pueden ser notoriamente indeterminadas. Como apunta Elliot Sober, muchos pasados posibles comúnmente corresponden a un estado presente dado. Establecer el pasado con certidumbre, o incluso, por encima de una duda razonable, puede por lo tanto ser muy difícil.[8]

Aunque la visión monofilética de Darwin sobre la historia de la vida ha reinado como la teoría dominante durante la mayoría del siglo veinte, un buen número de biólogos ahora cuestionan esa visión con bases en la evidencia. Estos científicos ahora ver a la diversidad presente y la disparidad de organismos como originada de muchas formas ancestrales y muchas líneas de descendencia. Aquellos que favorecen una visión llamada polifilética o de orígenes múltiples separados sobre la historia de la vida ahora citan evidencia de la paleontología, embriología, bioquímica y biología molecular en apoyo a su teoría.[9]

La evolución en su quinta acepción no sólo especifica que toda la vida comparte una ascendencia común, sino que implica que virtualmente no existen límites a la cantidad de cambio morfológico que puede ocurrir en los organismos. Asume que organismos relativamente simples pueden, dado el tiempo adecuado, cambiar para ser organismos mucho muy complejos, o diferentes, y que estos organismos pueden a su vez ser alterados por el proceso evolutivo para convertirse aún en nuevos organismos. Por tanto, la evolución en este sentido exige la idea de un cambio biológico irrestricto. Esa visión ahora es confrontada por los biólogos que ven el cambio biológico como limitado y que favorecen una visión polifilética de la historia de la vida, en la cual, muchos linajes distintos de animales o plantas se desarrollan separadamente (sin conexiones genealógicas) durante la historia de la vida.

Dado que la interpretación monofilética de Darwin sobre la historia de la vida es una inferencia de la evidencia biológica, los instructores deben alentar a los estudiantes a entender y examinar los argumentos darvinistas clásicos para esa interpretación en lugar de simplemente presentar tal interpretación como un hecho bruto. Además, dado que varias

líneas de evidencia y muchos científicos calificados ahora retan esta teoría de la historia de la vida, la evidencia para teorías polifiléticas alternativas sobre la historia de la vida también deberían ser discutidas y evaluadas críticamente. El permitir a los estudiantes ver como los científicos interpretan la misma evidencia biológica ayudará a motivar las habilidades de evaluación y pensamiento crítico. También permitirá a los estudiantes entender el método de múltiples hipótesis contendientes que los científicos comúnmente utilizan para evaluar su información.

Regresaremos a este quinto significado de evolución en las últimas secciones de este ensayo cuando critiquemos las afirmaciones públicas sobre como la teoría evolucionista debería ser enseñada en las escuelas públicas. En el presente, muchas políticas públicas (y otro tipo de declaraciones también) sobre como enseñar evolución caen en describir a la evolución de una forma no crítica (esto es, a la descendencia universal común), tratándola como un hecho.

Además de las cinco definiciones de la evolución descritas hasta el momento, una definición adicional vive en el centro de lo que la biología evolutiva significa para la mayoría de los científicos de la actualidad.

6. *Evolución como la tesis del "relojero ciego".* La tesis del "relojero ciego", apropiándonos del inteligente término de Richard Dawkins, apoya la idea darwinista de que todas las formas vivientes aparecieron como producto de mecanismos materiales no guiados, sin propósito, principalmente por selección natural actuando sobre variaciones o mutaciones aleatorias.[10] La evolución en este sentido implica que el mecanismo darwinista de selección natural actuando sobre variaciones aleatorias (y otros procesos igualmente naturalistas) es suficiente para explicar el origen de formas biológicas nuevas y la apariencia de diseño en organismos complejos. Aunque los darwinistas y neo-darwinistas admiten que los organismos vivos parecen estar diseñados para un propósito, insisten en que tal "diseño" es sólo *aparente*, no *real*, precisamente porque ellos también afirman la completa suficiencia de los mecanismos naturales desprovistos de inteligencia (que pueden hacer copia de la inteligencia diseñadora) de la morfogénesis. En el darwinismo, el mecanismo de variación/selección funciona como una especia de "substituto de diseñador." Como resume Dawkins la tesis del relojero ciego: "La selección natural, el ciego, inconsciente y automático proceso que Darwin descubrió y el cual sabemos ahora que es la explicación para la existencia y la aparentemente hecha con un propósito forma de toda la vida, no tiene ningún propósito en mente. No tiene mente y no tiene habilidades mentales."[11]

Además de la teoría de la ascendencia universal común, el darwinismo clásico afirmó este sexto significado de evolución. Como el biólogo evolucionista de Harvard, Ernst Mayr explicó: "El centro real del darwinismo, sin embargo, es la teoría de la selección natural. Esta teoría es tan importante para el darvinista porque permite la explicación de adaptación, del diseño del teólogo naturalista; por medios naturales, en lugar de la intervención divina."[12]

O como Mayr lo puso más recientemente:

> Primero, el darwinismo rechaza todos los fenómenos y causas supernaturales. La teoría de la evolución por selección natural explica la adaptación y diversidad del mundo de una forma solamente material. No requiere más a Dios como creador o

> diseñador (aunque uno es ciertamente libre de creer en Dios incluso al aceptar la evolución). Darwin apuntó que la creación, como está descrita en la Biblia y los relatos de los orígenes de otras culturas, fue contradicha por casi cualquier aspecto del mundo natural. Cada aspecto del "diseño maravilloso" tan admirado por los teólogos naturalistas podía ser explicado por la selección natural.[13]

Además, no sólo el darwinismo clásico, sino el neo-darwinismo contemporáneo también ha afirmado este sexto significado de la evolución. Desde la década de los 40s, la tesis del relojero ciego ha sido apoyada por la síntesis neo-darwiniana –la cual combinó la genética de Mendel con la teoría de Darwin sobre la descendencia con modificaciones. Los neo-darwinistas propusieron varios tipos de mutaciones aleatorias como los motores creativos que le dan a la selección natural la materia prima genética sobre la cual trabajar. Muchos biólogos antes de los 40s habían cuestionado la conformidad del mecanismo de Darwin precisamente porque les preocupaba que la selección natural no tuviera una fuente adecuada de variación sobre la cual operar. Los neo-darwinistas argumentaron que el fenómeno de las mutaciones solucionó ese problema al proveer a la selección natural una fuente ilimitada de cambio genético. Por tanto, ellos, como los darwinistas clásicos anteriores a ellos, afirmaron otra vez la completa suficiencia del (nuevo) mecanismo neo-darwinista como explicación para las nuevas formas sobre la tierra (y la apariencia de diseño que manifiestan). Como George Gaylord Simpson afirmaría en su libro clásico de 1967, *El Significado de la Evolución*: "El hombre es el resultado de procesos naturales sin propósito que no lo tenían a él en mente. El no fue planeado."[14] Como resultado de la síntesis neo-darwinista, los biólogos de nuevo asumieron que un mecanismo completamente natural –selección natural actuando sobre mutaciones aleatorias –podría producir no sólo cambio morfológico *limitado* (y por ende, patrones de descendencia común limitada-evolución #3), sino también cambio morfológico ilimitado (y por ende al patrón de la descendencia común *universal*-evolución #5). Los neo-darwinistas también asumieron que el nuevo mecanismo de mutación/selección podría explicar completamente la apariencia de diseño en los sistemas biológicos.

Esta visión está reflejada en muchos textos de biología de preparatoria. Como lo afirmaron ampliamente Kenneth Millar y Joseph Levine en su popular libro, "evolución sin plan o propósito."[15] O como Purvis, Orinas y Heller decían a sus estudiantes, " el mundo viviente está evolucionando constantemente sin ningún fin… el cambio evolutivo no está dirigido."[16] De forma similar, Douglas Futuyma, en su ampliamente utilizado libro de texto universitario, *Biología Evolutiva*, escribe: "Al unir la variación no dirigida, sin propósito al ciego y descuidado proceso de la selección natural, Darwin hizo que las explicaciones teológicas o espirituales sobre los procesos de la vida fueran superfluas."[17] Francisco J. Ayala, presidente de la Asociación Norteamericana para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés) y presidente del comité directivo de la Academia Nacional de Ciencias (NAS) para su edición de 1999 de *Ciencia y Creacionismo* (ver análisis abajo), habla de forma similar sobre el Darwinismo como haber "excluido a Dios como la explicación para el obvio diseño de los organismos."[18]

La tesis del relojero ciego sugiere que el mecanismo neo-darwinista (y otros relacionados) funciona como un diseñador substituto, juega el papel de creador en la explicación científica de los orígenes biológicos. Por tanto, claramente, este sexto significado de la evolución tiene mayores implicaciones metafísicas o visionarias. Muchos filósofos naturalistas o materialistas encuentran apoyo para su visión del mundo en la teoría neo-darwinista por lo que parece a ellos, buenas razones. Si el neo-darwinismo es cierto, la

actividad creativa de Dios (ya sea expresada discreta o gradualmente) no sería más necesaria para explicar el origen de nuevas formas vivientes, dado que un mecanismo estrictamente naturalista sería suficiente. Por ende, una visión estrictamente naturalista parecería proveer una explicación más simple de la realidad, o por lo menos de la realidad biológica, que una teísta. Además, si el neo-darwinismo es cierto, entonces el mundo natural no presenta evidencia de diseño, divino o cualquiera que sea –como afirma la mayoría de los teístas religiosos. Por ambas razones, ni el neo-darwinismo ni las otras teorías materialistas sobre los orígenes enseñadas en las escuelas públicas (como la teoría de la evolución química sobre el origen de la primer forma de vida) son religiosa o metafísicamente neutras. Todas las teorías estrictamente materialistas sobre los orígenes, si son ciertas, tienen implicaciones que parecerían hacer a una visión materialista del mundo más plausible que una teísta y también contradirían a algunas fuertemente enraizadas creencias religiosas.

A pesar de la confianza que muchos biólogos y textos de biología despliegan al afirmar la tesis del relojero ciego –la *evolución* en su sexta acepción-, muchos científicos, incluyendo a muchos biólogos, han cuestionado cada vez más la conformidad del mecanismo neo-darwninista.[19] Recientemente, una buena cantidad de científicos ha llegado a cuestionar si la selección natural actuando sobre variaciones aleatorias puede crear los órganos complejos, máquinas moleculares y planes corporales nuevos que aparecen durante la historia de la vida –por ejemplo, la relativamente repentina aparición de la mayoría de los filos existentes y extintos durante la explosión cámbrica hace 530 millones de años- parecen especialmente difíciles de explicar por medio del mecanismo neo-darwinista. Como Gilbert, Opitz y Ralf han evaluado la situación: "La Síntesis Moderna es un logro destacable. Sin embargo, comenzando en la década de los 70s, muchos biólogos empezaron a cuestionar su conformidad al explicar la evolución. La genética puede ser adecuada para explicar la microevolución, pero cambios microevolutivos en frecuencias de genes no fueron vistos como capaces de convertir a un reptil en un mamífero o en convertir un pez en un anfibio. La microevolución busca adaptaciones que tienen que ver sólo con la sobrevivencia del más apto, no con la aparición del más apto."[20]

Desde los 70s, muchos científicos han buscado mecanismos naturalistas adicionales (o así llamados, auto-organizacionales) para mostrar como podría aparecer una innovación morfológica extensa –sin, como es aún el caso, alcanzar mucho consenso o un éxito obvio.[21] Algunos científicos han cuestionado la suficiencia del mecanismo de mutación/selección sin proponer alternativas. Aún, otros científicos, como Michael Behe, han propuesto una explicación alternativa no naturalista para el origen de las principales innovaciones en la historia de la vida, propiamente dicho, la teoría del diseño inteligente. Los teóricos de diseño en general cuestionan la adecuación del mecanismo neo-darwinista y ven evidencia de diseño real (esto es, inteligente), no sólo de diseño aparente, en la biología.

Por supuesto, muchos defensores del mecanismo neo-darwinista permanecen, especialmente en campos tales como genética de poblaciones, zoología, anatomía comparativa y biología molecular. Sin embargo, dada la diversidad de opinión dentro de la comunidad científica, la integridad científica podría parecer requerir el enseñar a los estudiantes acerca de la controversia que ha emergido dentro de los científicos acerca de la tesis del relojero ciego. Además, dadas las grandes implicaciones metafísicas o sobre la visión del mundo que tiene esa tesis, la neutralidad religiosa también parecería requerir (a) evitar el asunto del diseño o el propósito en conjunto, en cuyo caso ni el darwinismo clásico ni el neo-darwinismo podrían ser enseñados (dado que ambos hacen afirmaciones explícitas sobre el origen de la apariencia de diseño), o (b) enseñar la controversi acerca del origen de esta característica central de los sistemas biológicos.

II.

1. Políticas Educacionales y el Tratamiento de la Palabra con "E"

Nosotros promovemos el exponer a los estudiantes a las controversias científicas. Los maestros necesitan no encubrir los aspectos metafísicos o ideológicos que aparecen en la discusión de teorías científicas. Al permitir a los estudiantes discutir y evaluar visiones competidoras a pesar de sus diversas implicaciones metafísicas, los maestros pueden darse cuenta de que los estudiantes demuestran un mayor entusiasmo por la ciencia misma. Al abstenerse de presentaciones dogmáticas donde la evidencia no admite visiones competidoras, los profesores promueven un currículo científica e ideológicamente competente. Así pueden también promover un compromiso creativo de los estudiantes que les de un interés personal en el resultado de las discusiones científicas de actualidad. Tal compromiso podría ayudar a revertir la histórica disminución del interés de los estudiantes en la ciencia y en el número de estudiantes de ciencia, especialmente de biología, los cuales abandonan las carreras de ciencia antes de terminar sus grados de licenciatura.[22]

La gente científicamente culta sabe que la naturaleza tiene una historia, que las frecuencias de los genes cambian, que por lo menos una descendencia común limitada entre los organismos ha ocurrido, y que la selección natural ha jugado un papel importante en la especiación y en la modificación de las especies. Estos primeros cuatro significados de evolución pueden aptamente vestir la etiqueta de "mera evolución." No es sorprendente que pocos objeten el que se enseñe mera evolución. La controversia se desarrolla, sin embargo, cuando los científicos, profesores o estudiantes quieren evaluar la evolución de forma crítica en la quinta o sexta acepción del término. Los portavoces del neo-darwinismo, el cual abraza la evolución en sus acepciones quinta y sexta, comúnmente sugieren que el tener una opinión contraria a la evolución en cualquier sentido que sea es ya sea desinformación o perversidad.

Sin embargo, esos intentos de excluir la disensión científica comúnmente emplean definiciones ambiguas o cambiantes del término *evolución*. Muchos defensores de la evolución #5 y/o #6 ofrecerán evidencia y argumentación para la evolución en las primeras cuatro acepciones del término y luego tratarán a la evolución en los dos últimos sentidos como algo igualmente bien establecido. En la siguiente sección, mostraremos como las políticas educacionales y los abogados de la evolución comúnmente se equivocan en su discusión sobre evolución para el detrimento del entendimiento público de los temas que enfrentan los biólogos y los profesores de biología.

2. "El hecho de la evolución": Combinando los Significados #1-3 con el Significado #5

Un panfleto reciente, *Ciencia y creacionismo: Una visión de la Academia Nacional de Ciencias* (1999), defiende la enseñanza del tema de los orígenes biológicos desde una perspectiva exclusivamente evolucionista.[23] De acuerdo a *Ciencia y Creacionismo*, no sólo las teorías alternativas (como el diseño inteligente) no califican como ciencia, sino que la evolución se ha establecido por encima de cualquier duda razonable. La introducción del panfleto argumenta que la "teoría de la evolución" es una explicación científica "tan extensamente probada y confirmada" que es "sostenida con gran confianza" y "es una de las teorías científicas más fuertes y más útiles que tenemos." Incluso afirma que la evolución está tan bien establecida que puede ser descrita legítimamente como un hecho. Como el panfleto explica, "los científicos muy comúnmente utilizan la palabra "hecho" para describir una

observación. Pero los científicos también pueden utilizar hecho para referirse a algo que ha sido probado u observado tantas veces que no hay ya ninguna razón forzosa para seguir experimentando o buscando ejemplos. La ocurrencia de la evolución en este sentido es un hecho. Los científicos ya no cuestionan si la descendencia con modificaciones ocurrió porque la evidencia que soporta a la idea es muy fuerte.[24]

Esas afirmaciones ilustran perfectamente la ambigüedad asociada con el término *evolución* y la confusión que su uso incompetente ocasiona. ¿Precisamente cuál sentido de evolución ha sido "tan extensamente probado y confirmado" que es "sostenido con gran confianza" y que incluso puede ser tomado como un "hecho"? ¿La mera evolución o la evolución #5 y #6? La afirmación de la NAS nunca especifica, así que presumiblemente significa el afirmar la teoría de la descendencia común universal, evolución #5.

De hecho, el panfleto comúnmente emplea definiciones ambiguas (o cambiantes) de un enunciado al otro. La penúltima oración en la cita afirma que "la ocurrencia de la evolución" es un hecho. Y, por supuesto, esto bien puede ser cierto, dependiendo de que acepción de evolución sea de la que se esté hablando. La frase, "la ocurrencia de la evolución", parece implicar a la evolución en el sentido de cambio a través del tiempo (evolución #1) o quizás cambio en la frecuencia expresión de alelos (evolución #2). Ciertamente, la evolución en estos sentidos ha ocurrido. La misma oración afirma que la "descendencia con modificación" está tan bien establecida como para ser un hecho incuestionable. A través del panfleto, "la descendencia con modificación" es igualada con la teoría de la descendencia común universal (evolución #5), aunque técnicamente podría referirse a la descendencia común ya sea limitada o universal (evolución #3 y #5). En cualquier caso, dadas las convenciones del panfleto, la última oración de la cita parece afirmar un significado más fuerte de la palabra evolución (evolución #5) que la afirmada en la oración previa (evolución #1, #2, o posiblemente #3). Aún, el panfleto no provee justificación adicional para afirmar este significado más fuerte. Como tal, el pasaje comete una equivocación.

Los escritores del panfleto de la NAS parecen por supuesto ser conscientes de que el término *evolución* se puede referir a diferentes conceptos. En particular, hacen una distinción entre *si* la evolución ocurrió (esto es, el hecho de la evolución) y *cómo* (esto es, el mecanismo por el que ocurrió). Aún así su intento de clarificar cuestiones de definiciones en tales bases sólo confunde más el asunto, como lo ilustra el siguiente pasaje:

> El consenso científico acerca de la evolución es abrumador. Aquellos que se oponen a la enseñanza de la evolución en ocasiones utilizan citas de científicos prominentes que afirman que los científicos no apoyan la evolución. Sin embargo, un examen de las citas revela que los científicos están actualmente disputando algún aspecto de *cómo* ocurrió la evolución, no de *si* ocurrió la evolución. Por ejemplo, el biólogo Stephen Jay Gould una vez escribió que "la extrema rareza de las formas transicionales en el registro fósil persiste como el secreto comercial de la paleontología". Pero Gould, un paleontólogo realizado y educador acerca de la evolución, estaba argumentando *cómo* la evolución tuvo lugar. El estaba discutiendo si la velocidad de cambio de las especies es lenta o gradual o si sucede en explosiones después de largos periodos cuando cambios pequeños aparecen –una idea conocida como equilibrio puntuado.[25]

Este pasaje trae confusión en varias formas. Primero, los científicos pueden afirmar *que* la evolución (en sus diferentes acepciones, #1-4 ha ocurrido sin necesariamente afirmar la teoría de la descendencia común universal. El decir que la evolución ha ocurrido no

necesariamente implica el afirmar la teoría de la descendencia común universal. El decir que la evolución ha ocurrido no necesariamente implica que ha ocurrido suficiente cambio morfológico para asegurar que todos los organismos estén conectados por una ascendencia común. Por tanto, un científico podría afirmar que la evolución (#1-4) ha ocurrido y aún dudar de la tesis de la ascendencia común universal. De hecho, como se hizo notar arriba, ahora muchos científicos toman precisamente esa posición. La simple distinción entre "el" hecho y el mecanismo de evolución en el panfleto de la NAS obscurece esta posibilidad. Hay muchos "hechos" discutidos sobre la evolución, y el panfleto no distingue entre ellos.

En segundo lugar, la "extrema rareza de las formas transicionales" de hecho habla negativamente de la evolución en su quinta acepción –esto es, parece proveer evidencia contra la descendencia común universal. Es cierto, Stephen Gould no cuestiona a la descedencia común universal, pero tiene razones diferentes al registro fósil (evidencia molecular, por ejemplo) para aceptar la teoría. La evidencia fósil tomada por su valor comercial, sin embargo, sugiere que, por ejemplo, las principales categorías taxonómicas de animales aparecieron separadamente dentro de una ventana muy pequeña de historia geológica. La ausencia de precursores transicionales entre los representantes de los nuevos filos de animales apoya fuertemente esa impresión (ver los ensayos de Stephen C. Meyer, Marcus Ross, Paul Nelson y Paul Chien en este volumen). Por tanto, la discusión de Gould sobre la "extrema rareza de las formas transicionales" sí se refiere a la cuestión de la verdad de la descendencia común universal (evolución #5) y las críticas sobre la evolución en este sentido legítimamente lo citan sobre este punto.

Tercero, en el pasaje citado, Gould de hecho no está discutiendo "si la velocidad de cambio de las especies es lenta o gradual"; el está discutiendo "la extrema rareza de las formas transicionales en el registro fósil." Dado que Gould acepta la descendencia común universal y porque el quiere (tanto como sea posible) el tomar la evidencia fósil a su valor comercial, el asume que un mecanismo de cambio morfológico existe y que puede producir cambio rápidamente. La creencia de Gould de que el cambio morfológico debe ocurrir muy rápidamente constituye parte de su interpretación de porque la evidencia fósil de ve como se ve. Otros, por supuesto, pueden elegir interpretar la misma evidencia de forma diferente. Ellos pueden ver grupos morfológicamente separados de animales (tales como los representantes de los nuevos grupos animales que aparecen en el cámbrico) como habiéndose originado de forma separada –esto es, si haber descendido de un ancestro común. Aún así, el panfleto de la NAS trata a los críticos de la evolución (presumiblemente en la quinta acepción) como ignorantes o confundidos por no poder reconocer "la" distinción entre el hecho y el mecanismo de la evolución. De hecho, es el panfleto de la NAS el que no puede hacer importantes distinciones en cuestión de definiciones (entre la evolución #1-3 y #5 –esto es, entre las diferentes acepciones del término evolución que pueden o no constituir hechos, o entre los diferentes sentidos de evolución que pueden o no haber ocurrido).

Es interesante que Gould (uno de los 15 miembros del comité directivo de la NAS para su edición de 1999 de *Ciencia y Creacionismo*) también cayó en esta misma imprecisión retórica al tratar a la distinción entre el hecho y la teoría de la evolución como si constituyeran una distinción unitaria. Por ejemplo, en "El darwinismo definido: La diferencia entre Hecho y Teoría," Gould escribió:

> El hecho de la evolución está tan bien establecido como cualquier cosa en la ciencia (tan seguro como la revolución de la tierra alrededor del sol), aunque la certeza absoluta no tiene lugar en nuestro léxico. Las teorías, o las afirmaciones sobre las

> causas del cambio evolutivo documentado, están ahora en un periodo de intenso debate –una buena marca de la ciencia en su estado saludable. Los hechos no desaparecen cuando los científicos debaten teorías. Como escribí en un artículo previo en esta revista (Mayo de 1981), "La teoría de la gravitación de Einstein reemplazó a la de Newton, pero las manzanas no se suspendieron en el aire mientras se producía el resultado."[26]

Aquí Gould argumenta que la ocurrencia de la evolución es un hecho y que los científicos sólo teorizan sólo *cómo* sucedió. Aún así, claramente la acepción de evolución que Gould quiere defender aquí, a saber, la teoría de la descendencia común universal, no tiene el mismo estatus epistemológico que las observaciones de manzanas cayendo al suelo. Ningún científico puede observar directamente a la "evolución" (en este sentido) ocurriendo. Nadie puede observar la historia de la vida, o el patrón de un árbol con ramificaciones emergiendo, o las transiciones entre cada uno de los principales grupos de organismos. En otros lugares Gould mismo especula que la evolución sucedió muy rápido para que incluso el registro fósil preservara la mayoría de las formas transicionales requeridas por la teoría de la descendencia común universal.[27] En lugar de eso, como fue remarcado arriba, la *teoría* de la descendencia común universal fue (y es) inferida (abductivamente) a partir de muchas clases de fenómenos observables en la actualidad: distribución biogeográfica, sucesión fósil, homología y cosas parecidas. Estos fenómenos posteriores son discutiblemente hechos relacionados con la caída de manzanas, pero la teoría de teorías inferida a partir de ellas no lo es.

El liderazgo de la Asociación Nacional de Profesores de Biología (NABT, por sus siglas en inglés) también ha adoptado recientemente esta misma forma de definir el tema en una política de cómo debe ser enseñada la evolución. La NABT publicó sus "dogmas de la ciencia, evolución y educación biológica" con las siguientes observaciones introductorias:

> Los biólogos modernos constantemente estudian, ponderan y deliberan los patrones, mecanismos y el paso de la evolución, pero no debaten la ocurrencia de la evolución. El registro fósil y la diversidad de organismos existentes, combinados con las técnicas modernas de la biología molecular, taxonomía y geología, proveen ejemplos exhaustivos y evidencia poderosa para la variación genética, selección natural, especiación, extinción y otros bien establecidos componentes de la teoría evolucionista actual. Las deliberaciones científicas y las modificaciones de estos componentes claramente demuestran la vitalidad e integridad científica de la evolución de la teoría que la explica.[28]

La última frase. "la evolución y la teoría que la explica," y la frase anterior, "los biólogos… no debaten la ocurrencia de la evolución," emplean ambas la palabra *evolución* en un modo discutible de "hecho". ¿Pero precisamente cuál sentido de evolución se dice que es factual más que teórico? Como Gould, la afirmación de la NABT excluye el mecanismo (evolución #4 y #6) de la categoría de hecho, pero coloca a la mayoría de las otras acepciones del término en un solo molde. Por esto, como Gould y la afirmación de la NAS, la afirmación de la NABT combina a la evolución #1-3 con la evolución #5. Sí, la evolución en el sentido de cambio ha ocurrido, pero ¿ha ocurrido suficiente cambio morfológico para asegurar que *todos* los organismos están relacionados por una ascendencia común? Esa pregunta nunca es atendida de forma seria, ni puede serlo, dadas las definiciones equívocas que están en juego.

3. La evolución como un Proceso "No Supervisado" e "Impersonal": La Tesis del Relojero Ciego y la Asociación Nacional de Profesores de Biología

La declaración de la NABT se equivoca también de otras formas, quizás más significativas. Por ejemplo, en 1995 la NABT publicó la siguiente afirmación: "La diversidad de la vida en la tierra es el producto de la evolución: un proceso natural no supervisado, impersonal e impredecible de descendencia temporal con modificación genética que es afectado por la selección natural, el azar, contingencias históricas y ambientes cambiantes."[29] Dos años más tarde la NABT borró las palabras "no supervisado" e "impersonal" después de que dos distinguidos colegiados, Alvin Plantinga y Huston Smith, escribieron a la NABT acerca de lo inapropiado de dichas palabras: "La ciencia presumiblemente no atiende tales preguntas teológicas, y no está equipada para tratar con ellas. ¿Cómo podría una investigación empírica mostrar posiblemente que Dios no estaba guiando y dirigiendo la evolución?"[30]

La Junta Directiva de la NABT tomó cartas en el asunto el 8 de octubre de 1997, votando unánimemente el conservar el objetable fraseo. Wayne Carley, hablando por el comité, dijo que el sentía "muy fuertemente" que debía mantenerse la declaración sin alteraciones. "Lo creemos. La evolución es real," afirmó.[31] Carley no dijo cuál significado del término *evolución* "es real," ni se dio cuenta de que Plantinga y Huston aceptaban la evolución en la mayoría de las otras acepciones (#1-4 y/o #5) pero estaban disputando la sexta tesis del relojero ciego como había sido propuesta por la NABT. El último día de la junta anual de la NABT, el comité se reunió de nuevo y votaron el eliminar las dos palabras objetables, "no supervisado" e "impersonal" mientras mantuvieron que: "la eliminación de esas palabras no afecta la caracterización precisa de evolución, y la afirmación de la importancia de la evolución en la educación."[32]

Aquí otra vez, las definiciones implícitas cambian de frase a frase. Muchos científicos, y de hecho Plantinga y Huston, aceptarían "la importancia de la evolución para la ciencia" pero no aceptarían que la evidencia científica ha establecido que un mecanismo "no supervisado" e "impersonal" (las dos palabras borradas) es suficiente para explicar el origen de cada sistema viviente en la tierra. Pero la afirmación de la NABT trata estas dos proposiciones distintas como equivalentes.

Si la historia de la NABT terminara aquí, algunos podrían pensar que las declaraciones que afirman la evolución en la sexta acepción van de salida. Pero los biólogos evolucionistas más prominentes no ven a la tesis del relojero ciego (como fue definida arriba) como una adición ideológica óptima para la teoría evolucionista neo-darwinista. En lugar de eso, la ven como una parte central del contenido propositivo de la teoría neo-darwinista, como de hecho, Darwin mismo lo vio. Por ende, el liderazgo de la NABT no repudió realmente su compromiso con la evolución en la sexta acepción del término. Ellos simplemente estaba respondiendo que lo que Eugenie Scott perceptivamente llamó "un problema de comunicación" (una crisis de relaciones públicas).[33]

La campaña de relaciones públicas de la NABT fue pronto retada por el estado de Tennessee. Máximo Pigliuci, profesor asistente de ecología y evolución de la Universidad de Tennessee, Knoxville, bosquejó "Definiendo a la evolución: Una Carta Abierta". Su carta fue publicada en la página de Internet Darwin Day como parte de una discusión moderada que incluyó contribuciones del profesor de leyes de Berkeley (ahora emérito) Phillip Jonson y Eugenie Scott del Centro Nacional de Educación Científica (NSCE). Pigliucci enlistó las firmas de una arreglo impresionante de científicos, incluyendo a Richard Lewontin de

Harvard, apoyando su rechazo a la NABT por su dilución de la "evolución." La carta urge a la NABT a reconsiderar su cambio a la definición para el salón de clases de evolución en nombre de "principios educativos y científicos." Argumenta que la alteración de dos palabras que hizo la NABT a la definición de evolución "traiciona" el "centro" de "altos ideales" como el "racionalismo y la investigación libre." ¿Cuál es este alegado centro? La carta dice:

> La ciencia está basada en una premisa fundamental: la de que el mundo puede explicarse al referirse sólo a fuerzas naturales, mecánicas. [Philip] Jonson tiene razón al afirmar que esta es una posición filosófica. Está equivocado cuando sugiere que ésta es irrazonable y que no ha sido comprobada. De hecho, cada experimento conducido por cualquier laboratorio en cualquier lugar de la Tierra representa una prueba diaria de una premisa. En día en el que los científicos no puedan explicar fenómenos naturales sin referirse a intervención divina u otras fuerzas sobrenaturales, enfrentaremos un cambio grande de paradigma –de proporciones cataclísmicas.[34]

La carta afirma que "todo lo que sabemos hasta la fecha sobre los procesos evolutivos nos dice que no hay supervisión excepto por la acción de la selección natural." La selección natural, para la mayoría de los biólogos evolucionistas, es la expresión primaria del "relojero ciego." Sin previsión moldea las estructuras biológicas existentes y las convierte en otras nuevas.

Steve Fuller, prominente sociólogo de la ciencia, escribió en un correo electrónico publicado en Internet, "Porqué no firmaré la Carta Abierta," el 10 de febrero de 1998: "Encontré a la Carta Abierta de los acorralados profesores de biología muy embarazosa. Estoy seguro de que en Knoxville están sucediendo cosas repugnantes, pero una petición de ese tipo circulando aquí no es la forma de manejar las cosas." Fuller explicó porqué se sintió de tal modo con estas palabras: "El describir a la evolución como 'impersonal' y 'no supervisada' es de hecho ideológico, especialmente cuando la gente detrás de esas posiciones afirma que la evolución no puede probar o desaprobar la existencia de Dios. Es agnosticismo por el frente pero ateísmo por la puerta de atrás."

El comentario de Fuller identifica la razón subyacente del problema de relaciones públicas que enfrenta el establecimiento de la educación científica. Por una parte, por ambas razones, constitucionales y de relaciones públicas, los profesores de ciencia de escuelas públicas y sociedades profesionales relevantes deben mantener neutralidad ideológica y religiosa. Por otra parte, ellos tienen la responsabilidad de enseñar una teoría científica que la mayoría de los evolucionistas prominentes mismos entienden que tiene decididamente implicaciones metafísicas (de hecho, ateístas).

Atrapados en los cuernos de este dilema, ¿qué puede hacer un profesor de ciencia con principios? Bien, ¿porqué no reconocer el dilema y enseñar las controversias científicas y filosóficas que surgen del tema de los orígenes? Por un lado, los profesores deberían explicar que a lo que estamos llamando "mera evolución" (evolución #1-4) *es* una de las teorías más fuertes y útiles que tenemos," por usar el lenguaje de la NAS. Mera evolución abarca un vasto número de teorías cosmológicas, geológicas y biológicas específicas que "incorporan un largo compendio de hechos científicos, leyes, hipótesis probadas e inferencias lógicas." Por otro lado, los profesores deberían ayudar a los estudiantes a entender que una minoría significativa de científicos no están de acuerdo sobre las bases evidenciables de la teoría de la descendencia común universal (evolución #5), y que un grupo aún mayor no está de acuerdo con la hipótesis del relojero ciego (evolución #6).[36] El uso equívoco del término *evolución*

concede este desacuerdo e impide una discusión abierta en el salón de clases sobre una controversia científica legítima y sus bases evidenciables asociadas.

Además, los profesores de ciencia deben no ignorar los grandes asuntos filosóficos o de visión mundial que surgen de las discusiones, por ejemplo, de la tesis del relojero ciego. La amenaza del adoctrinamiento no viene de permitir a los estudiantes ponderar las cuestiones filosóficas traídas a flote por el asunto de los orígenes. En lugar de eso, aparece de alimentar a fuerza a los estudiantes con una sola perspectiva. La mejor forma de prevenir el adoctrinamiento es enseñar acerca de las controversias científicas que rodean a las acepciones ideológicamente cargadas del término *evolución*. Pero esto puede ser logrado sólo si los profesores primero definen a la palabra con "E" de forma precisa, distinguiendo sus muchos significados distintos (ambos controvertidos y no controvertidos) y permitiendo opiniones diferentes sobre los significados ulteriores el tener voz en el salón de clases. Dado el interés que un enfoque tal seguramente generaría dentro de los estudiantes, uno podría preguntarse porque los profesores de biología informados harían algo distinto.

Notas

1. Maynard M. Metcalf, citado en *The World's Most Famous Court Trial: Tennessee Evolution Case* (Dayton, Tenn.: Bryan College, 1990), 139. Un reporte estenográfico complete del juicio; una reimpresión de la primera edición publicada en Cincinnati por la National Book Company en 1925.

2. E. J. Larson, *Summer for the Gods: The Scopes Trial and America's Continuing Debate Over Science and Religion* (New York: Basic Books, 1997), 173–75.

3. K. S. Thomson, "The Meanings of Evolution," *American Scientist* 70 (1982): 529–31.

4. Ibid.

5. P. J. Bowler, "The Changing Meaning of 'Evolution,'" *Journal of the History of Ideas* 36 (1975): 99. El *Oxford English Dictionary* compensó a Bowler por el hecho de que "desde el siglo diecisiete, los autores no científicos han comenzado a utilizar el término 'evolución' en una forma figurativa, refiriéndose a casi cualquier serie de eventos conectados." No es sorprendente, por lo tanto, que la palabra *evolución* es ahora usada en todas las disciplinas científicas y en la literatura no científica como "cambio a través del tiempo".

6. Para una introducción accessible a este debate, compare estas dos fuentes (lecturas suplementarias adecuadas para cursos de biología): J. Coyne, "Not Black and White," revisión de *Melanism: Evolution in Action* por Michael Majerus, *Nature* 396 (1998): 35–36; J. Wells, "Second Thoughts About Peppered Moths," *Scientist* 13 (1999): 13. Dado que existe un debate sobre si se debe aplicar el término *microevolución* (en contraste a *macroevolución*) para nuestro significado de volución #3, hemos usado los términos micro/macro para la palabra con "E" escasamente. Algunos prefieren reservar el término *microevolución* para estrictctamente "evolución a nivel menor o dentro de una especie" Ver, por ejemplo, D. J. Futuyma, *Evolutionary Biology* (Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, 1998), 447. Otros encuentran útil usar el término para divergencia morfológica que genera diferencias (diversidad) distinguiendo no sólo variedades, sino también especies, géneros, y familias—quizás incluso órdenes, pero ciertamente no la disparidad taxonómica más alta (diferencias grandes entre planes corporales) de clases, filos, o reinos. De cualquier forma, *la microevolución* es por lo menos un término apropiado para cambios en la frecuencia de genes dentro de una especie.

7. S. C. Meyer, "Of Clues and Causes: A Methodological Interpretation of Origin of Life Studies" (Ph.D. diss., Cambridge University, 1991); S. J. Gould, "Evolution and the Triumph of Homology, or Why History Matters," *American Scientist* 74 (1986): 60–69; W. M. Ho, "Methodological Issues in Evolutionary Theory" (Ph.D. diss., Oxford University, 1965); C. S. Peirce, *Collected Papers*, vols. 1–6, ed. C. Hartshorne and P. Weiss (Cambridge: Cambridge University Press, 1931); C. S. Peirce, "Abduction and Induction," in *The Philosophy of Peirce,* ed. J. Buchler (London: Routledge, 1956), 150–56; E. Sober, *Reconstructing the Past* (Cambridge: MIT Press, 1988).

8. S. C. Meyer, "Laws, Causes, and Facts: Response to Michael Ruse," in *Darwinism: Science or Philosophy?* ed. J. Buell and V. Hearn (Richardson, Tex.: Foundation for Thought and Ethics, 1994), 36.

9. C. Schwabe and G. W. Warr, "A Polyphyletic View of Evolution: The Genetic Potential Hypothesis," *Perspectives in Biology and Medicine* 27 (1984): 465–85; C. Schwabe, "On the Basis of the Studies of the Origins of Life," *Origins of Life* 15 (1985): 213–16; W. G. Inglis, "Evolutionary Waves: Patterns in the Origins of Animal Phyla," *Australian Journal of Zoology* 33 (1985): 153–78; P. Senapathy, *Independent Birth of Organisms* (Madison, Wisc.: Genome Press, 1994); M. S. Gordon, "The Concept of Monophyly: A Speculative Essay," *Biology and Philosophy* 14 (1999): 331–48; W. F. Doolittle, "Phylogenetic Classification and the Universal Tree," *Science* 284 (1999): 2124–28; W. F. Doolittle, "The Nature of the Universal Ancestor and the Evolution of the Proteome," *Current Opinion in Structural Biology* 10 (2000): 355–58; D. W. Thompson, *On Growth and Form* (Reprint; New York: Dover, 1992); P. A. Nelson, *On Common Descent* (Chicago: Evolutionary Monographs, 2004); D. T. Anderson, "Origins and Relationships among the Animal Phyla," *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 106 (1982): 151–66; J. R. Nursall, "On the Origins of the Major Groups of Animals," *Evolution* 16 (1962):

118–23; G. Webster and B. C. Goodwin,"The Origin of Species: A Structuralist Approach," *Journal of Social and Biological Structures* 5 (1982): 15–47.

10. El propósito principal del análisis de definiciones es hace explícito el cómo es usado un en contextos semánticos particulares. En nuestro análisis de la palabra con "E", estamos preocupados sobre cómo los biólogos y conferencistas prominentes de la ciencia utilizan el término en publicaciones científicas. De esta forma, el objetivo para la evolución #6 es cpturar uno de los significados más persuasivos de la palabra como es usado en las principales publicaciones científicas, incluyendo los libros de texto de biología. Si nuestro objetivo hubiera sido el presenter los resultados de una encuesta hecha a biólogos prácticos, el panorama de significados múltiples de la evolución más allá de la evolución #5 hubiera sido más matizada que nuestra evolución #6. Por ejemplo, una minoría de biólogos está convencida de que la providencia divina, aunque por encima de la detección científica, le da a todo un magnífico propósito en la vida, incluso a las mutaciones y a la selección natural. Una encuesta reciente muestra que sóo unos pocos biólogos que son miembrtos de la National Academy of Sciences (una indicación de prominencia) tienen tales tesis teístas (5.5 por ciento de los biólogos de la NAS encuestados profesaron creer en un "Dios personal"). Ver Edward J. Larson y Larry Witham, "Leading Scientists Still Reject God," *Nature* 394 (1998): 313.
11. R. Dawkins, *The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design* (New York: W. W. Norton, 1986), 5.
12. M. Ruse, *Darwinism Defended: A Guide to the Evolution Controversy,* con un prólogo de Ernst Mayr (Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1982), xi–xii.
13. E. Mayr, "Darwin's Influence on Modern Thought," *Scientific American* 283 (2000): 81.
14. G. G. Simpson, *The Meaning of Evolution* (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1967), 345.
15. K. Miller and J. Levine, *Biology,* 5th ed. (Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2000), 658. Este mismo libro de texto también contiene estas afirmaciones parecidas: "es importante mantener este concepto en mente: *La evolución es aleatoria y no dirigida"* (658, énfasis en el original), y "Es importante recordar que la variación genética no es controlada o dirigida a un objetivo" (299). Miller y Levine han eliminado la afirmación de que "la evolución trabaja sin un plan o propósito" en la edición del 2002 de su libro.
16. W. K. Purvis, G. H. Orians, and H. C. Heller, *Life: The Science of Biology,* 4th ed. (Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, 1995), 14.
17. D. J. Futuyma, *Evolutionary Biology* (Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, 1998), 5.
18. F. J. Ayala, "Darwin's Revolution," in *Creative Evolution?!* ed. J. H. Campbell and J. W. Schopf (Boston: Jones and Barlett, 1994), 5.
19. R. H. Brady, "Dogma and Doubt," *Biological Journal of the Linnean Society* 17 (1982): 79–96; D. Collingridge and M. Earthy, "Science Under Stress—Crisis in Neo-Darwinism," *History and Philosophy of the Life Sciences* 12 (1990): 3–26; G. de Beer, *Homology: An Unsolved Problem* (London: Oxford University Press, 1971); M. Denton, *Evolution: A Theory in Crisis* (Bethesda, Md.: Adler and Adler, 1986); N. Eldredge, *Time Frames: The Evolution of Punctuated Equilibria* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1985); P. P. Grasse, *Evolution of Living Organisms* (New York: Academic Press, 1977); S. J. Gould, "Is a New and General Theory of Evolution Emerging?" *Paleobiology* 6 (1980): 119–30; M. W. Ho and P. T. Saunders, eds., *Beyond Neo-Darwinism* (London: Academic Press, 1984), ix; Ho, "Methodological Issues"; F. Hoyle and S. Wickramasinghe, *Evolution from Space* (London: J. M. Dent, 1981); S. Kauffman, "New Questions in Genetics and Evolution," *Cladistics* 1 (1985): 1247–65; S. Kauffman, *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution* (Oxford: Oxford University Press, 1993); B. John and G. Miklos, *The Eukaryote Genome in Development* (London: Allen and Unwin, 1988); S. Løvtrup, *Darwinism: The Refutation of Myth* (London: Croom Helm, 1987); R. Lewin, *Bones of Contention* (New York: Simon and Schuster, 1987); P. S. Moorhead and M. M. Chaplain, *Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution* (Philadelphia: Wistar Institute Press, 1967)—see especially the papers and comments from M. Eden, M. Schützenberger, S. M. Ulam, and P. Gavaudan; R. A. Raff and E. C. Raff, eds., *Development as an Evolutionary Process* (New York: Alan R. Liss, 1987), 84; A. Tetry, *A General History of the Sciences,* vol. 4 (London: Thames and Hudson, 1966)—see section on evolution, esp. 446; K. S. Thomson, *Morphogenesis and Evolution* (Oxford: Oxford University Press, 1988); D. B. Wake and G. Roth, eds., *Complex Organismal Functions* (New York: John Wiley, 1989); G. Webster,

“The Relations of Natural Forms,” in Ho and Saunders, *Beyond Neo-Darwinism,* 193–217; http://www.reviewevolution.com/pressRelease_100Scientists.php.

20. S. Gilbert, J. Opitz, and R. Raff, “Resynthesizing Evolutionary and Developmental Biology,” *Developmental Biology* 173 (1996): 361.
21. Kauffman, *Origins of Order.*
22. F. Hoke, “Study Sees Alarming Science Undergrad Dropout Rate,” *Scientist* 12, no. 5 (1993): 1
23. National Academy of Sciences, *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1999). The booklet is also available at http://www.nap.edu.
24. Ibid., 28.
25. Ibid.
26. S. J. Gould, “Darwinism Defined: The Difference between Fact and Theory,” *Discover* (Jan. 1987): 64.
27. S. J. Gould, “Is a New and General Theory of Evolution Emerging?” *Paleobiology*6 (1980): 127. Gould afirma: “quizás, en muchos casos, los niveles intermedios nunca existieron. . . . yo considero un origen saltacional potencial para las características esenciales de elementos clave. ¿Porqué no podemos imaginar que los arcos de los huesos de la papada de un agnathan ancestral se adelantaron en un paso a rodear la boca y formar proto-mandíbulas? Un cambio así apenas establecería el *Baupläne* de los gnathostomes. Mucho más que eso debe ser alterado en la recostrucción del diseño de un agnathan —la construcción de un hombro verdadero faja con hueso, apéndices en par, por mencionar lo mínimo. Pero el origen discontinuo de una proto-mandíbula puede establecer nuevos regímenes de desarrollo y selección que rápidamente conducirían a otras modificaciones coordinadas. Aún Darwin, combinando el gradualismo con la selección natural, como hizo tan seguido, proclamó equivocadamente que cualquier discontinuidad tal, incluso para órganos (mucho menos para grupos) destruiría su teoría.”
28. “NABT Unveils New Statement on Teaching Evolution,” *American Biology Teacher* 58 (Jan. 1996): 61–62. The current NABT statement is at http://www.nabt.org/Evolution.html.
29. Ibid.
30. Quoted in Eugenie C. Scott, “NABT Statement on Evolution Evolves.” Reporte especial del National Center for Science Education, en http://www.natcenscied.org/nabtart.htm.
31. Zondervan News Service (13 Oct. 1997). Noticias por correo electrónico de la Zondervan Publishing House, http://www.zondervan.com, citando un artículo de Religion News Service, http://www.religionnews.com.
32. Scott, “NABT Statement.”
33. Ibid.
34. http://fp.bio.utk.edu/darwin; http://fp.bio.utk.edu/darwin/Open%20 1etter/letterhome.html.
35. http://vest.gu.se/vest_mail/0605.html.
36. http://www.reviewevolution.com/press/pressRelease_100Scientists php; *New York Review of Books,* 1 Nov. 2001, 23.